# Cálculo da zona de habitabilidade em sistemas circumbinários

M. J. Garcia [(1)], F. V. Roig [(1)], M. Borges Fernandes [(1)]
[(1)] *ON - Observatorio Nacional no Rio de Janeiro.*

Desde a deteção pela missão espacial Kepler de planetas em sistemas de circumbinários, também conhecidos como sistemas tipo P, vários esforços foram feitos para calcular a respectiva zona habitável, ZH (Quarles et al. 2012; Liu et al. 2013, Mason et al. 2013).

Haghighipour et al. (2013) apresentaram uma metodologia geral para o cálculo dos limites da ZH em sistemas tipo P através das propriedades dinâmicas e físicas características de cada estrela e mostraram que a ZH nestes sistemas binários é variável e depende do brilho de estrelas, de seus tipos espectrais, da excentricidade do sistema binário e da posição da estrela secundária em sua órbita. Para obter a ZH, Haghighipour et al. (2013), resolvem numericamente a equação de movimento em coordenadas polares para um planeta de tipo terrestre fictício movendo-se no campo gravitacional da binária e assumindo que o sistema é co-planar.

Neste trabalho apresentamos um método alternativo ao de Haghighipour et al. (2013) para o cálculo do ZH em sistemas circumbinários. Verificamos que a ZH pode ser calculada a partir do conhecimento das raízes de um polinômio de quarta ordem, cujos coeficientes dependem das anomalias verdadeiras do planeta e da estrela, da distância entre a estrela primária e a secundária, da excentricidade do sistema binário e dos limites de habitabilidade assumidos para o Sistema Solar. A metodologia escolhida para calcular essas raízes consistiu em variar a anomalia verdadeira de um planeta do tipo terrestre fictício entre 0º e 360º e, para cada valor de anomalia considerado, gerar diversos valores aleatórios da posição da estrela secundária sobre a sua órbita ao redor da primária. Assim, obtemos um conjunto de raízes para cada par de valores de anomalia do planeta – anomalia da secundária.

Aplicamos este método aos sistemas circumbinários descobertos pela missão Kepler e comparamos os nossos valores com os obtidos por Haghighipour et al. (2013), encontrando um bom acordo, sendo que o nosso método não requer a solução de equações de movimento e as raízes do polinômio podem ser estimadas de forma eficiente através da regra de Descartes. Para os casos em que foram encontrados planetas conhecidos dentro da ZH assim determinada, analisamos adicionalmente a estabilidade a longo prazo dos mesmos utilizando o integrador simplético Swift.

## Referências

[1] Haghighipour, N., & Kaltenegger, L. 2013, ApJ, 777, 166.

[2] Liu, H-G., Zhang, H., & Zhou, J-L. 2013, ApJL, 767, L38.

[3] Mason, P. A., Zuluaga, J. I., Clark, J. M., & Cuartas-restrepo, P. A. 2013, ApJL, 774, L26.

[4] Quarles, B., Musielak, Z. E., & Cuntz, M. 2012, ApJ, 750, 14.